

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日

Date of Application:

2003年 5月 9日

出願番号

Application Number:

特願2003-130983

[ST.10/C]:

[JP2003-130983]

出願人

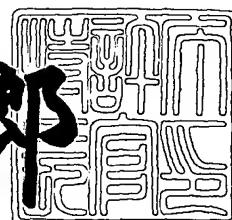
Applicant(s):

株式会社日立製作所

2003年 6月 16日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3046719

【書類名】 特許願

【整理番号】 K03000031A

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G11B 5/39

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県小田原市国府津2880番地 株式会社日立製作所 ストレージ事業部内

【氏名】 大友 茂一

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県小田原市国府津2880番地 株式会社日立製作所 ストレージ事業部内

【氏名】 福井 宏

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県小田原市国府津2880番地 株式会社日立製作所 ストレージ事業部内

【氏名】 米川 直

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県小田原市国府津2880番地 株式会社日立製作所 ストレージ事業部内

【氏名】 丸山 洋治

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県小田原市国府津2880番地 株式会社日立製作所 ストレージ事業部内

【氏名】 岩倉 忠幸

【特許出願人】

【識別番号】 000005108

【氏名又は名称】 株式会社日立製作所

【代理人】

【識別番号】 100075096

【弁理士】

【氏名又は名称】 作田 康夫

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 013088

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 薄膜磁気ヘッド

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基板上に形成された下部シールド、再生素子、上部シールドを有する再生部と、下部磁極、上部磁極および前記下部磁極と前記上部磁極の間に配置されたコイルを有する記録部を具備し、前記再生部と前記記録部が非磁性材によって分離された薄膜磁気ヘッドにおいて、

前記下部シールドあるいは前記上部シールドの少なくとも一部に $11.5 \times 10^{-6} / \text{K}$ 以下の低熱膨張係数を有する磁性材料を用いることを特徴とする薄膜磁気ヘッド。

【請求項 2】

前記下部シールド、上部シールドの少なくとも一方を、前記低熱膨張係数を有する磁性材料と 80wt%Niを中心とする組成の NiFe 合金からなる積層膜で構成し、前記 80wt%NiFe 合金を前記再生素子側に配置することを特徴とする請求項 1 に記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項 3】

前記下部シールドおよび前記上部シールドの膜厚の和に対する前記低熱膨張係数を有する磁性材料の膜厚の割合を 30% 以上とすることを特徴とする請求項 1 あるいは 2 に記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項 4】

前記低熱膨張係数を有する磁性材料は結晶質磁性合金であることを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項 5】

前記低熱膨張係数を有する磁性材料は 30wt% 以上 55wt% 以下の Ni 組成を有する NiFe 合金であることを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項 6】

前記低熱膨張係数を有する磁性材料は 46wt%を中心とする Ni 組成を有する NiFe

合金であることを特徴とする請求項1乃至5のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項7】

基板上に形成された下部シールド、再生素子、上部シールドを有する再生部と、下部磁極、上部磁極および前記下部磁極と前記上部磁極の間に配置されたコイルを有する記録部を具備し、前記再生部と前記記録部が非磁性材によって分離された薄膜磁気ヘッドにおいて、

前記下部シールドおよび前記上部シールドが多層構成であり、30wt%以上55wt%以下のNi組成を有するNiFe合金層を少なくとも1層有することを特徴とする薄膜磁気ヘッド。

【請求項8】

前記再生素子に最も近い層以外の層に前記NiFe合金層が具備されてなることを特徴とする請求項7に記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項9】

基板上に形成された下部シールド、再生素子、上部シールドを有する再生部と、下部磁極、上部磁極および前記下部磁極と前記上部磁極の間に配置されたコイルを有する記録部を具備し、前記再生部と前記記録部が非磁性材によって分離された薄膜磁気ヘッドにおいて、

前記再生素子の両側にサイドシールドを有し、前記サイドシールドが多層構成であり、30wt%以上55wt%以下のNi組成を有するNiFe合金層を少なくとも1層有することを特徴とする薄膜磁気ヘッド。

【請求項10】

基板上に形成された下部シールド、再生素子、上部シールドを有する再生部と、下部磁極、上部磁極および前記下部磁極と前記上部磁極の間に配置されたコイルを有する記録部を具備し、前記再生部と前記記録部が非磁性材によって分離された薄膜磁気ヘッドにおいて、

前記再生素子の両側にサイドシールドを有し、前記サイドシールドの一部に $11.5 \times 10^{-6}/\text{K}$ 以下の低熱膨張係数を有する磁性材料を用いることを特徴とする薄膜磁気ヘッド。

【請求項 11】

記録媒体とそれを駆動するモーター、記録媒体に記録再生するための磁気ヘッド、磁気ヘッドの位置決めをする機構、これらを制御する回路系、および磁気ヘッドに記録信号を供給し、磁気ヘッドからの再生信号を処理する回路系等からなる磁気ディスク装置において、前記磁気ヘッドとして請求項請求項 1 から請求項 7 のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッドを少なくとも1つ搭載し、浮上面から記録媒体までの浮上量が20nm以下であることを特徴とする磁気ディスク装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は磁気ディスク装置に使用される薄膜磁気ヘッドに関する。特に高密度記録に適した低浮上量で高信頼性を有する薄膜磁気ヘッドに関する。

【0002】

【従来の技術】

近年、磁気ディスク装置の記録密度の向上に伴って、記録媒体の性能向上とともに記録再生特性に優れた薄膜磁気ヘッドの開発が強く要求されている。現在、再生ヘッドとしては、高い再生出力を得ることができるMR（磁気抵抗効果）素子やGMR（巨大磁気抵抗効果）素子を用いたヘッドが使用されている。また、さらに高い再生感度の得られるTMR（トンネル磁気抵抗）素子も開発されている。一方、記録ヘッドには従来の電磁誘導を利用した誘導型の薄膜記録ヘッドが用いられており、以上の再生ヘッドと記録ヘッドを一体に形成した記録再生兼用型薄膜磁気ヘッドが用いられている。

【0003】

従来の薄膜磁気ヘッドとしては、特許文献1の図6に示される如く、基板103上に下部シールド111、再生素子113、上部シールドと下部磁極の作用を兼用するミッドシールド112を形成し、さらにその上に記録ギャップ102a、薄膜コイル106、上部磁極114等を形成し、これらをアルミナ保護膜115で被覆して記録再生兼用型薄膜磁気ヘッドを構成していた。しかしながら、特許文献1に記載されるように、記録電流の印加によってミッドシールドの磁区の変化し、これが再生素子に

影響を与え再生出力変動が生じてノイズを発生しやすい問題があった。そこで、特許文献1の図1および図4に示される如く、ミッドシールドを非磁性層4aで分離された上部シールド4と下部磁極5に分割し、記録動作による上部シールドの磁区の変化を低減して再生出力のノイズを低減する方策が提案され、現在実用に供されている。

【0004】

【特許文献1】

特開2001-176031号公報

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

近年、記録密度向上のために記録媒体と磁気ヘッドの浮上面との間隔すなわち浮上量が減少するに伴い、磁気ディスク装置を高温環境下で使用する場合に磁気ヘッドの浮上面が熱膨張のために突出する、いわゆるサーマルプルトルージョンと称される現象が問題となってきた。サーマルプルトルージョンの原因は、高温環境下で熱膨張係数の大きい薄膜磁気ヘッド中の金属部分およびレジスト等の有機物が熱膨張し、熱膨張係数の小さい Al_2O_3 -TiC等の基板より浮上面において突出することにより生ずる。サーマルプルトルージョンが顕著な場合には磁気ヘッドの先端が記録媒体に接触して媒体あるいは磁気ヘッドを摩耗、損傷するという可能性がある。実際の装置では高温環境下で接触が生じないよう室温において浮上量を高く設定するために、室温あるいは低温環境下で記録再生特性が劣化し、記録密度を増加できないという問題を生ずる。従って、高記録密度の磁気ディスク装置を実現するためにサーマルプルトルージョンを防止する必要がある。

【0006】

従来の薄膜磁気ヘッド、特に特許文献1の図1および図4に示される如く、上部磁気シールドと下部磁極を兼用しない薄膜磁気ヘッドにおいては、磁気シールド用磁性材料として一般的にNiの含有量が80wt%を中心とするNiFe合金膜、いわゆるパーマロイ合金膜が用いられる。この磁性材料は保磁力および磁歪定数が小さく、磁気シールド用磁性材料としては好適である。しかし、基板として一般的に使用される Al_2O_3 -TiCや保護膜として使用される Al_2O_3 の熱膨張係数 $7.1 \times 10^{-6}/$

Kよりも大きな、約 12.8×10^{-6} /Kの熱膨張係数を有する。このため、80wt%NiFe合金膜を磁気シールド材に用いた薄膜磁気ヘッドは、高温環境下で磁気シールド部分が浮上面において基板部分より媒体方向に突出する。その量は10°C当たり約1nmと非常にわずかな量であるが、高記録密度磁気記録装置では1nmの浮上量変化が記録再生特性に大きく影響を与えるために、室温から約60°Cまでの温度上昇による突出量を補償して室温での浮上量を増加することは記録再生特性の大幅な劣化につながる。従って、サーマルプルトルージョンを少しでも減少することにより室温での浮上量を低下することができ、記録再生特性を大きく改善することが出来る。

【0007】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決し、サーマルプルトルージョンを低減するために、本発明では磁気シールドに熱膨張係数の小さな磁性材料を使用する。

【0008】

本発明では磁気シールドの一部もしくは全部に、80wt%NiFe合金より低い熱膨張係数を有する磁性材料を用いる。Niが30wt%以上55wt%以下のNiFe合金では熱膨張係数が80wt%NiFeより減少し、46wt%NiFeの組成で約 8.5×10^{-6} /Kの低い熱膨張係数を示す。また、磁気シールドに使用可能な軟磁気特性を有する。従って、本材料を磁気シールドの一部あるいは全部に用いた薄膜磁気ヘッドにおいてサーマルプルトルージョンを低減することができる。

【0009】

本発明の他の例では、下部シールドあるいは上部シールドもしくはその両者を80wt%NiFe合金と低熱膨張磁性材料の積層膜で構成する。この場合、80wt%NiFe合金が再生素子側になるようにし、低熱膨張磁性材料が再生素子より遠い側に配置する。前記のように80wt%NiFe合金は保磁力および磁歪定数が小さく軟磁気特性に優れるという特徴がある。一方、低熱膨張磁性材料、例えば46wt%Niの組成を中心とするNiFe合金はヘッド用磁極材料に用いられるが80wt%NiFe合金よりも保磁力が高く、また磁歪定数が大きい。保磁力が高く磁歪定数が大きい材料を磁気シールドに用いた場合、異常な磁区構造が発生しやすく、磁気ヘッドに記録電

流を印加した時に磁気シールドにもれ込む磁界により磁区構造が変化して再生出力にノイズを生じ易くなる。このような現象を防ぐために、本発明の例では磁気シールドの再生素子に接する側を80wt%NiFe膜で構成し、他の側を低熱膨張磁性材料で構成する。これにより再生出力のノイズ発生を防止し、サーマルプルトルージョンを低減することができる。

【0010】

以下、本発明を実施例により詳細に説明する。

【0011】

【発明の実施の形態】

(実施の形態1)

本実施の形態の薄膜磁気ヘッドの断面図を図1に示す。非磁性材からなる基板1の上に、表面の平滑性、電気絶縁性を確保するためのベースアルミナ2を形成し、この上に再生分解能を向上し外部磁界の影響を排除するための低熱膨張磁性材料からなる下部シールド3を設け、その上に非磁性絶縁材よりなる再生ギャップ4を設ける。再生ギャップ中にMRまたはGMR素子からなる再生素子5を配置する。この上に低熱膨張磁性材料からなる上部シールド6を設け、さらに、記録ヘッドと再生ヘッドを分離する非磁性材からなるセパレート層7を設ける。この上に下部磁極8、下部磁極先端層9、下部磁極後端層10、記録ギャップ11、上部磁極先端層12、上部磁極後端層13、非磁性絶縁層14、コイル15、コイル絶縁層16、上部磁極17および保護層18等からなる記録部を形成する。

【0012】

記録動作では、コイル13に記録電流を印加することにより、上部磁極17、上部磁極後端層13、下部磁極後端層10、下部磁極8、下部磁極先端層9および上部磁極先端層12に磁束を誘起し、記録ギャップ11から発生する記録磁界により、浮上面19から浮上量だけ離れて回転走行する記録媒体20に信号磁化を記録する。

【0013】

さらに本実施の形態の他の例では、図2 (a) に示すように、下部シールド3を低熱膨張係数を有する磁性材料からなる下部シールド下層3aと80wt%NiFe合金からなる下部シールド上層3bで構成する。また、上部シールド6を低熱膨張係数を

有する磁性材料からなる上部シールド上層6aと80wt%NiFe合金からなる上部シールド下層6bで構成する。

【0014】

下部シールド3および上部シールド6に低熱膨張係数を有する磁性材料を用いた図1に示す本実施の形態の薄膜磁気ヘッドと、下部シールド3および上部シールド6に80wt%NiFe合金を用いた従来の薄膜磁気ヘッドのサーマルプルトルージョンを求めるために熱変形計算を行った。さらに、図2(a)に示した、磁気シールドを低熱膨張係数を有する磁性材料と80wt%NiFe合金を積層した薄膜磁気ヘッドのサーマルプルトルージョンを計算した。

【0015】

磁気シールド以外の材料として、基板1には Al_2O_3 -TiC、下部磁極8、下部磁極先端層9、下部磁極後端層10、上部磁極先端層12、上部磁極後端層13および上部磁極17には46wt%NiFeを使用した。また、再生ギャップ4、セパレート層7、記録ギャップ11および保護層18には Al_2O_3 を、コイル15にはCuを、コイル絶縁層にはフォトレジストを用いた。これらの材料の諸特性を表1に示す。

【0016】

【表1】

【表1】

材料	熱伝導率 ($\mu\text{W}/\mu\text{mK}$)	ヤング率 (Gpa)	ポアソン比	線熱膨張係数 ($10^{-6}/\text{K}$)
基板	20	390	0.22	7.1
Al_2O_3	1.3	410	0.25	7.1
80wt%NiFe	35	200	0.3	12.8
46wt%NiFe	35	144	0.3	8.5
フォトレジスト	0.5	3.7	0.35	30
コイル(Cu)	403	110	0.3	16.2

【0017】

本条件により計算した温度上昇10°C当たりの下部シールド位置でのサーマルプルトルージョンの値を表2に示す。

【0018】

【表2】

【表2】

ヘッド構造	従来例	実施例1	実施例2	実施例3
下部シールド下層材料 膜厚(μm)	80wt%NiFe 2.1	46wt%NiFe 2.1	46wt%NiFe 0.7	46wt%NiFe 1.4
下部シールド上層材料 膜厚(μm)	—	—	80wt%NiFe 1.4	80wt%NiFe 0.7
上部シールド下層材料 膜厚(μm)	80wt%NiFe 1.3	46wt%NiFe 1.3	80wt%NiFe 0.9	80wt%NiFe 0.4
上部シールド上層材料 膜厚(μm)	—	—	46wt%NiFe 0.4	46wt%NiFe 0.9
突出量(nm/10°C)	0.63	0.27	0.53	0.4
突出量比	1	0.43	0.84	0.63

【0019】

上記のように、磁気シールドの材料の全部を80wt%NiFeから46wt%NiFeに変えた実施例1の薄膜磁気ヘッドではサーマルプルトルージョンが従来例に比較して半分以下に低減する。また、上部シールドおよび下部シールドの膜厚の約30%を46wt%NiFeに変えた実施例2ではサーマルプルトルージョンが約80%に、膜厚の約70%を46wt%NiFeに変えた実施例3ではサーマルプルトルージョンが約60%に減少する。これにより、室温における浮上量を低減することができ、記録再生特性、特に分解能および出力ノイズ比を大幅に向上することができる。

【0020】

この結果より、下部シールドと上部シールドの膜厚の和に対する、低熱膨張係数を有する磁性材料の膜厚の比を30%以上とすることにより、サーマルプルトルージョンの15%以上の実効的な減少が実現できる。

低熱膨張係数を有する磁性材料の例として、本実施の形態ではNiFe系合金を用いる。1975年発行の「磁性体ハンドブック」p342図7.113にはNiFe系合金の熱膨張係数が示されている。Ni100%より熱膨張係数はゆるやかに減少して含有量55%

で 11.5×10^{-6} /Kに達し、その点を境にしてNi含有量の低下とともに熱膨張係数は急速に減少し、さらにNi含有量25%以下で熱膨張係数は急激な増加に転じ、30%未満で 11.5×10^{-6} /K以上となる。従って、本実施の形態の低熱膨張係数を有する磁性材料として、Ni含有量が30wt%以上、55wt%以下のNiFe合金を用いることにより、サーマルプルトルージョンを大幅に低減することができる。なお、熱膨張係数が 11.5×10^{-6} /Kの材料を下部シールドおよび上部シールドに用いた場合、表2と同様の計算より従来の磁気ヘッドに比較してサーマルプルトルージョンの15%以上の実効的な減少が実現できる。この15%のサーマルプルトルージョン低減の効果は、表2の従来例の計算値の場合、環境温度50°C変化によるサーマルプルトルージョンを約0.5nm減少し、後述の表3の従来例の測定値の場合、約0.7nm減少する効果を与える。浮上低減のために、例えばヘッド表面の保護膜厚を0.5-0.7nm低減するには極めて困難な技術開発を行う必要があり、上記のようなサーマルプルトルージョンの低減効果は大きい。

【0021】

なお、本実施の形態1では、上部シールドおよび下部シールドの双方ともに低熱膨張係数を有する磁性材料を使用した例を示したが、いずれか一方に使用してもサーマルプルトルージョンが低減できる。また、本実施の形態2および3に、上部シールドおよび下部シールドの双方に低熱膨張係数を有する磁性材料と80wt%NiFeを積層した例を示したが、いずれか一方に積層したシールドを使用してもサーマルプルトルージョンが低減できる。

また、低熱膨張係数を有するNiFe系合金と高熱膨張係数を有するNiFe系合金の積層は、2層に限らず、3層以上の層構成であってもよく、また熱膨張係数の異なるNiFe系合金による3層以上の層構成であってもよく、いずれの構成でも上述と同様のサーマルプロトルージョンの低減を図ることができる。図2(b)には、下部シールドおよび上部シールドを、それぞれ4層とする実施形態を示す。具体的には、下部シールド及び上部シールドを、低熱膨張係数を有する磁性材料層3aおよび6aと80wt%NiFeからなる層3bおよび6bにより積層している。

(実施の形態2)

図2(a)に示した本実施の形態の薄膜磁気ヘッドを試作し、サーマルプルトル

ージョンの評価を行った。従来の薄膜磁気ヘッドとして、図1に示した薄膜磁気ヘッドの構造を有し、上部シールドおよび下部シールドとも80wt%NiFe膜からなる従来の薄膜磁気ヘッドと、下部シールド下層3aを1.1μmの46wt%NiFe合金、下部シールド上層3bを1.0μmの80wt%NiFe合金、上部シールド下層6bを0.5μmの80wt%NiFe合金、および上部シールド上層6aを46wt%NiFe合金で構成した本実施の形態の薄膜磁気ヘッドを作製し、環境温度を上昇しながら光学的に浮上面形状の変化を測定し、サーマルプルトルージョンを評価した。結果を表3に示す。

【0022】

【表3】

【表3】

ヘッド構造	従来例	実施例4	実施例5
下部シールド下層材料 膜厚(μm)	80wt%NiFe 2.1	46wt%NiFe 2.1	46wt%NiFe 1.1
下部シールド上層材料 膜厚(μm)	—	—	80wt%NiFe 1.0
上部シールド下層材料 膜厚(μm)	80wt%NiFe 1.3	46wt%NiFe 1.3	80wt%NiFe 0.5
上部シールド上層材料 膜厚(μm)	—	—	46wt%NiFe 0.8
突出量(nm/10°C)	0.9	0.40	0.65
突出量比	1	0.44	0.72
記録後ノイズ歩留まり(%)	97.8	87.5	100

【0023】

表3のように、上部シールドおよび下部シールドを80wt%NiFe合金から46wt%NiFe合金に変えた実施例4の薄膜磁気ヘッドではサーマルプルトルージョンを従来のヘッドに比較して約40%に、上部シールドおよび下部シールドの膜厚の約55%を80wt%NiFe合金から46wt%NiFe合金に変えた実施例5の薄膜磁気ヘッドにより、従来のヘッドの約70%に低減することができた。作製した薄膜磁気ヘッドでは、下部磁極先端層9、下部磁極後端層10、上部磁極先端層12および上部磁極後端層13の材料をCoNiFe合金としたこと等から、表2に示した突出量の計算値に比較して

表3の測定値はやや大きい。しかし、全体の磁気シールドの膜厚に対する46wt%NiFe合金の膜厚比とサーマルプルトルージョンによる突出量の関係は計算と測定でほぼ一致しており、磁気シールドに熱膨張係数の大きい80wt%NiFeに変えて、熱膨張係数の小さな磁性材料を使用することにより、サーマルプルトルージョンを低減できることを確認した。

【0024】

本発明のもう一つの目的である再生出力のノイズ増加の防止に関して記録動作後に出力波形に見られるノイズの測定を行った。磁気シールドに関連して再生出力にノイズが発生する場合には、コイルに記録電流を印加し、磁気シールドに記録磁束が流入して磁気シールドの磁区構造が変化し再生素子にスパイク状のノイズが発生する場合が多い。このような現象を記録後ノイズと称する。記録後ノイズを評価するために、5000回記録電流印加後 $100\mu\text{V}$ 以上のノイズが10回以上発生した場合を不合格として、記録後ノイズ試験の合格率を評価し、表3に示した。

表のように、磁気シールドを46wt%NiFe合金で構成した実施例1の薄膜磁気ヘッドは記録後ノイズ歩留まりが従来例より低下する傾向があるが、磁気シールドを80wt%NiFe合金と46wt%NiFe合金で積層した実施例2の薄膜磁気ヘッドは記録後ノイズ歩留まりにおいて従来の薄膜磁気ヘッドと同等以上である。この原因は明らかではないが、積層することにより、磁区構造の変化が生じにくくなり、記録後ノイズを生じにくくなったと推定される。上記のように、本実施の形態によりサーマルプルトルージョンを低減しつつ記録後ノイズも小さい薄膜磁気ヘッドを提供することができた。

【0025】

なお、本実施の形態では80wt%Niの組成を中心とするNiFe合金および46wt%Niの組成を中心とする合金を検討に用いている。これらの合金の組成は約±3wt%の範囲で変化する可能性があるが効果は同様である。

【0026】

磁気シールドに使用される材料として、NiFe合金のような結晶質合金の他、非晶質合金もある。これらは、例えばCoTaZr、CoNbZrなどの合金であるが、組成の選択によっては低熱膨張係数を有する。しかし、これらの材料を用いた場合、記

録後ノイズが増加する場合があることが知られており、また、熱伝導率も小さいためサーマルプルトルージョンの低減にとって必ずしも好ましくない。

【0027】

本実施の形態の薄膜磁気ヘッドは基本的に、図1に示されるような上部シールドと下部磁極が分離されたヘッド構造に適用される。上部シールドと下部磁極が一体化され、兼用されるヘッド構造においては、46wt%NiFe合金を兼用シールド材に使用した場合、記録磁束が直接磁気シールドに流入し、磁区構造を変化させて記録後ノイズが生じ易くなる。

【0028】

本実施の形態の薄膜磁気ヘッドは、上記の磁気シールドの構成を除いて、その他の再生素子構造、下部磁極および上部磁極構造に関わらず使用できる。例えば、図1では下部磁極先端層9、下部磁極後端層10、上部磁極先端層12および上部磁極後端層13が存在する薄膜磁気ヘッドを示したが、これ以外に、下部磁極先端層9および下部磁極後端層10がなく、下部磁極先端部と上部磁極先端層が記録ギャップを介して接合される薄膜磁気ヘッド、コイル15が下部磁極先端層9と下部磁極後端層10の間に配置され、上部磁極17が平坦である薄膜磁気ヘッド、あるいはコイル15が下部磁極先端層9と下部磁極後端層10の間に配置され、上部磁極先端層12および上部磁極後端層13がなく、平坦な上部磁極が記録ギャップの上に配置され上部磁極の先端部が記録ギャップを介して下部磁極先端層と接合している薄膜磁気ヘッド等がある。本実施の形態は上記記録構造を有する薄膜磁気ヘッドにおいても有効である。

【0029】

本実施の形態の薄膜磁気ヘッドにおいて、実施の形態1および実施の形態2で述べた記録素子には、下部磁極8および上部磁極17には低熱膨張係数を有する46wt%NiFe合金を用いた。膜厚 $2\mu\text{m}$ の下部磁極8を46wt%NiFe合金から80wt%NiFe合金に変えた場合、実施の形態1で示した熱変形計算により、下部磁気シールド位置での温度上昇10°C当たりのサーマルプルトルージョンは0.2nm増加した。また、膜厚 $2\mu\text{m}$ の上部磁極17を80wt%NiFe合金に変えた場合、下部磁気シールド位置でのサーマルプルトルージョンは変化しなかったが、保護膜18の位置での温度上昇

10°C当たりのサーマルプルトルージョンは0.2nm増加した。以上のように、記録素子においても、サーマルプルトルージョンを低減するために低熱膨張係数を有する磁性材料を使用することは重要であり、下部磁極8および上部磁極17に低熱膨張係数を有する46wt%NiFe合金を使用することにより、サーマルプルトルージョンの低い薄膜磁気ヘッドを得ることが出来る。

【0030】

本実施の形態の薄膜磁気ヘッドにおいて、記録素子に関しては図1に示すように、従来の面内記録型素子を使用する場合について上記に記載したが、図3に示すように、記録素子として垂直記録型記録素子を用い、垂直媒体に対して記録・再生を行う場合についても、本実施の形態の構成および効果については同様である。図3の垂直記録素子を使用する場合には、1~7の磁気シールドおよび再生素子、セパレート層は前記と同様であるが、下部磁極8を補助磁極として使用し、上部磁極先端層の替わりに主磁極21を設け、主としてこの主磁極により垂直記録媒体に記録を行う。

【0031】

また、本実施の形態の薄膜磁気ヘッドにおいては、再生素子として従来のCIP(再生電流面内印加型) GMR素子の他にTMR素子およびCIP(再生電流垂直印加型) GMRを用いることができる。これらの素子を用いる場合でも、ヘッド素子の構成および効果は同様である。また本実施の形態では、図4に示すように、再生素子のトラック幅方向の側部にもシールドを付与したサイドシールド型薄膜磁気ヘッドにも適用できる。図4は、再生素子および磁気シールドを浮上面から示した図である。本実施の形態では再生素子としてTMR素子あるいはCPP GMR素子を用い、再生電流を再生素子に対して垂直方向に印加する。このため、上下磁気シールドは再生素子5に対して電極としても作用する。22は上下電極の絶縁層である。また、再生素子の側部にも側部シールド23を付与することにより、トラック幅方向の再生分解能を向上することができる。本実施の形態において、磁気シールドに低熱膨張係数を有する磁性材料と80wt%NiFe合金との積層膜を用いる場合には、図2(a)の場合と同様に、再生素子側に80wt%NiFe合金を使用する。

本実施の形態の薄膜磁気ヘッドを用いた磁気ディスク装置はサーマルプルトル

ーションを低下することにより低浮上化が可能となり、磁気ヘッド浮上面に通常形成される極薄膜保護層の表面から、記録媒体表面に通常形成される極薄膜保護層および潤滑層の表面までの機械的浮上量が20nm以下の高記録密度低浮上量磁気ディスク装置の高温環境での信頼性確保に特に有効である。

【0032】

【発明の効果】

以上のように、薄膜磁気ヘッドの磁気シールドに 11.5×10^{-6} /K以下の低熱膨張係数を有する磁性材料を使用することによりサーマルプルトルージョンを低減することができ、さらに、80wt%NiFe合金と低熱膨張係数を有する磁性材料の積層構造とすることにより、サーマルプルトルージョンが小さく、記録後ノイズの小さい薄膜磁気ヘッドを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の薄膜磁気ヘッドの断面図である。

【図2】本発明の薄膜磁気ヘッドの多層磁気シールドの断面図である。

【図3】本発明の薄膜磁気ヘッドの他の例の断面図である。

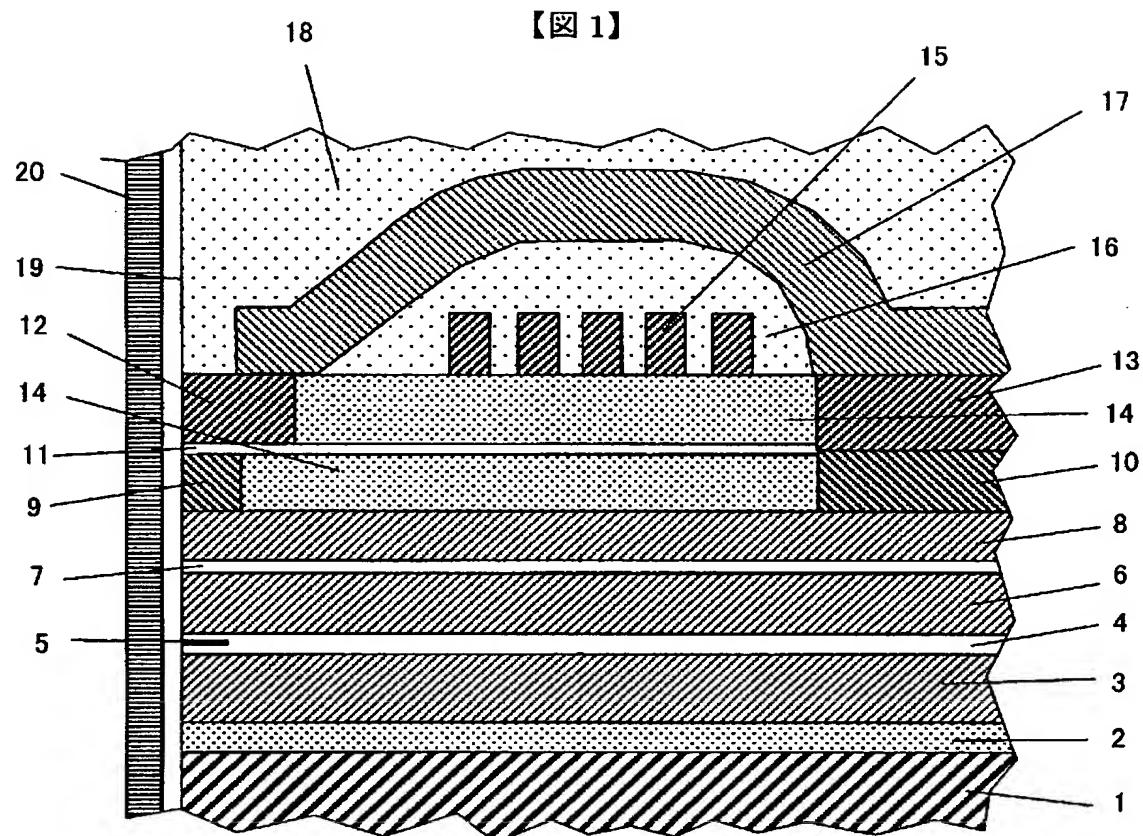
【図4】本発明の薄膜磁気ヘッドの磁気シールドおよび再生素子部の他の例の正面図である。

【符号の説明】

1: 基板 2: ベースアルミナ 3: 下部シールド 3a: 下部シールド下層
 3b: 下部シールド上層 4: 再生ギャップ 5: 再生素子 6: 上部シールド
 6a: 上部シールド上層 6b: 上部シールド下層 7: セパレート層 8: 下部磁極
 9: 下部磁極先端層 10: 下部磁極後端層 11: 記録ギャップ層
 12: 上部磁極先端層 13: 上部磁極後端層 14: 非磁性絶縁層 15: コイル
 16: コイル絶縁層 17: 上部磁極 18: 保護層 19: 浮上面 20: 記録媒体
 21: 主磁極 22: 絶縁層 23: 側部シールド

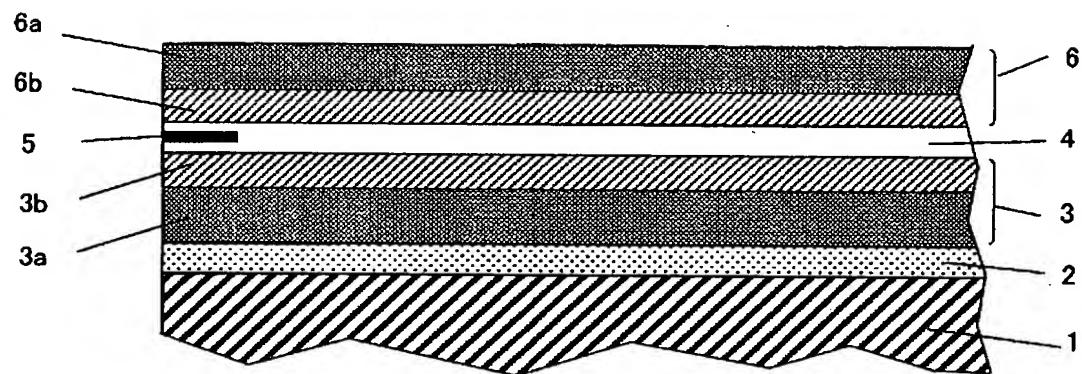
【書類名】 図面

【図1】

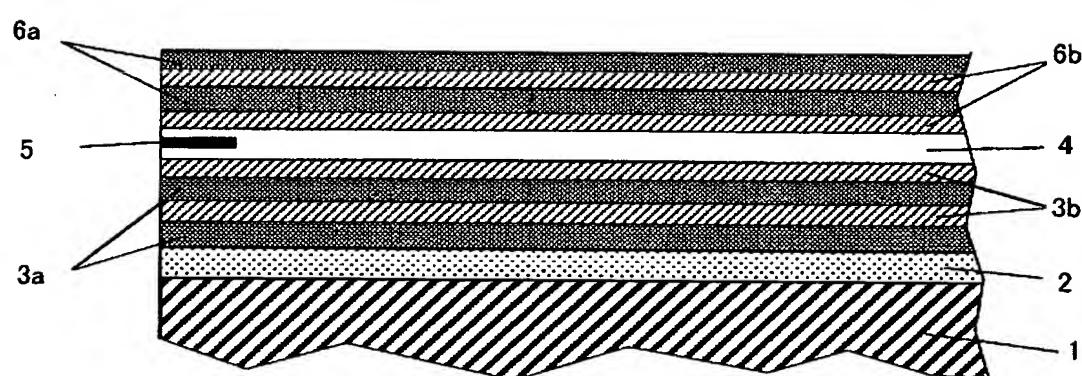


【図2】

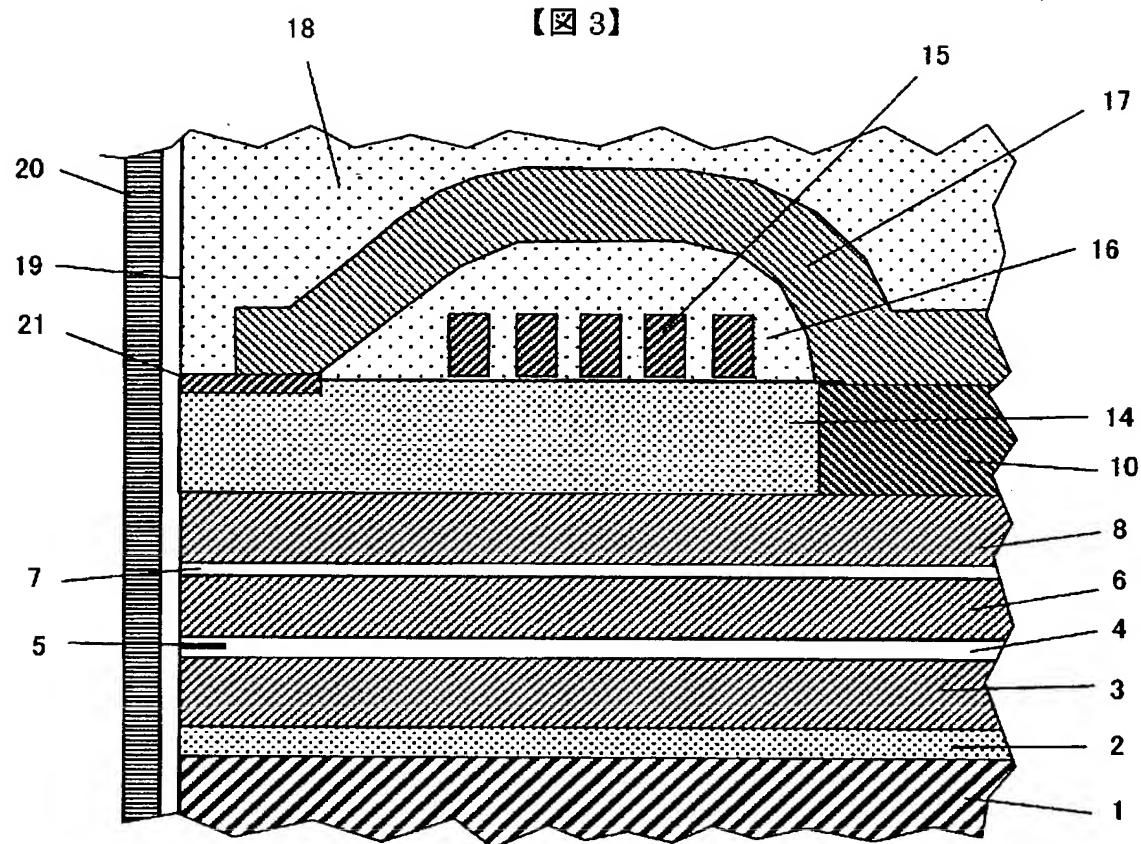
【図2】(a)



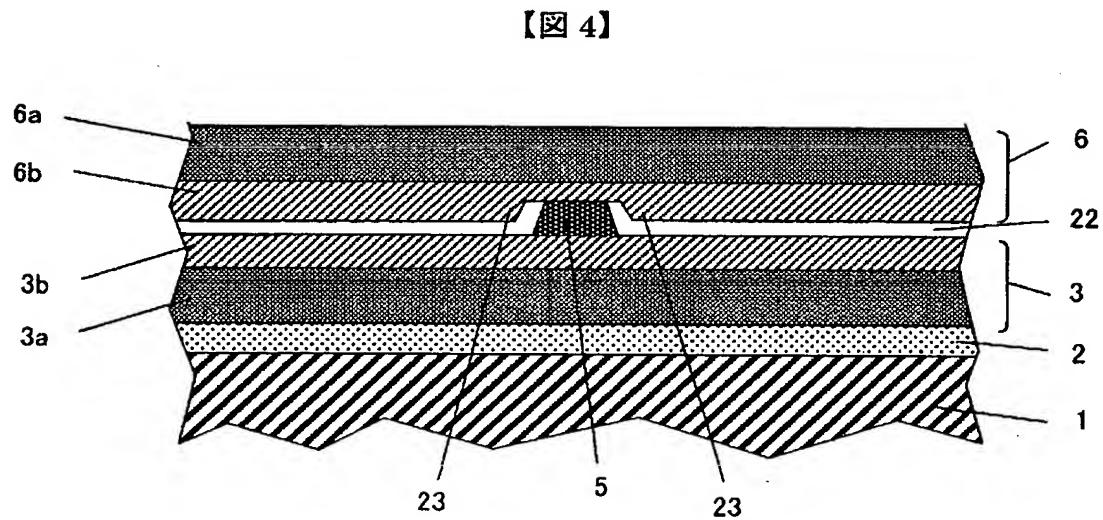
(b)



【図3】



【図4】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 環境温度の上昇に対してサーマルプルトルージョンの小さい薄膜磁気ヘッドを提供する。

【解決手段】 下部シールドあるいは上部シールドの少なくとも一方で熱膨張係数が $11.5 \times 10^{-6}/\text{K}$ 以下の低熱膨張係数を有する磁性材料を用いる。また下部シールドあるいは上部シールドの少なくとも一方で $11.5 \times 10^{-6}/\text{K}$ 以下の低熱膨張係数を有する磁性材料と80wt%NiFe合金との積層膜を用いる。これにより、記録後ノイズが小さく、サーマルプルトルージョンを低減した薄膜磁気ヘッドが得られる。

【選択図】 図2

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2003-130983
受付番号	50300765028
書類名	特許願
担当官	第八担当上席 0097
作成日	平成15年 5月12日

＜認定情報・付加情報＞

【提出日】 平成15年 5月 9日

次頁無

出願人履歴情報

識別番号 [000005108]

1. 変更年月日 1990年 8月31日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地
氏 名 株式会社日立製作所